E-LKPD 2

EFEK RUMAH KACA (GREENHOUSE EFFECT)

LIVEWORKSHEETS

LEMBAR KERJA PERTEMUAN 2

Kelas/Fase : X/E
Mata Pelajaran : Fisika
Materi : Efek Rumah Kaca (*Greenhouse Effect*)
Alokasi Waktu : 3 JP (3x45 menit)

Indikator Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (IKTP)

1. Setelah diberikan isu mengenai efek rumah kaca, peserta didik dapat menjelaskan konsep efek rumah kaca dengan menghubungkannya pada peristiwa yang diberikan dalam isu dengan baik.
2. Melalui kegiatan eksperimen virtual *PhET simulation*, peserta didik mampu menganalisis proses terjadinya efek rumah kaca.
3. Melalui kegiatan eksperimen virtual *PhET simulation*, peserta didik mampu menganalisis hubungan peningkatan CO_2 terhadap fenomena pemanasan global dengan tepat.

Nama :
Kelompok :
Anggota :

LIVEWORKSHEETS

INFORMASI PENDUKUNG

Proses Pemanasan Atmosfer Bumi

Suhu udara adalah tingkat atau derajat panas dari kegiatan molekul udara dalam atmosfer bumi. Suhu udara di berbagai tempat tidak sama dan selalu berubah dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan oleh sumber panas yang memanasi udara terutama berasal dari matahari, sedangkan intensitas penyinaran matahari berubah-ubah akibat adanya rotasi dan revolusi bumi.

Ada dua cara matahari memberikan panasnya pada lapisan udara sebagai berikut:

1. Pemanasan Langsung

Pemanasan langsung dapat melalui beberapa proses diantaranya yaitu Adsorpsi,, Refleksi, dan Diffusi.

2.Pemanasan secara Tidak Langsung

Sinar mantahari yang sampai ke permukaan bumi, sebagian dipantulkan ke udara dan sebagian diserap oleh permukaan bumi. Sinar yang diserap oleh permukaan bumi akhirnya juga akan dilepas kembali sehingga memanasi udara terutama lapisan terbawah. Oleh karena itu, bumi dapat dipandang sebagai sumber panas pada lapisan udara terbawah. Proses inilah yang dinamakan pemanasan secara tidak langsung. Cara bumi memanasi udara lapisan bawah dapat berlangsung secara konduksi, konveksi, turbulensi, dan adveksi.

- *Konduksi*, yaitu bumi memberikan panas pada lapisan udara terbawah. Kemudian lapisan ini meneruskannya ke lapisan di atasnya.
- *Konveksi*, yaitu lapisan udara yang telah menerima panas secara konduksi, molekul-molekul udaranya menjadi renggang dan beratnya berkurang, sehingga bergerak naik. Sedangkan udara yang ada di atas yang lebih ringan akan turun. Jadi, ada gerakan udara vertical, yang panas naik, yang dingin turun.
- *Turbulensi*, yaitu gerakan udara tidak teratur atau kacau yang disebabkan oleh adanya penghalang berupa bukit, gunung, hutan, gedung pencakar langit, dll. Sambil bergerak udara ini turut membawa panas.
- *Adveksi*, yaitu gerakan udara secara horizontal yang membawa panas matahari sehingga daerah lain yang tidak terkena panas matahari juga menjadi panas.

Dari total radiasi matahari yang masuk ke atmosfer bumi (100%) tidak semunya berhasil sampai ke permukaan bumi. Secara total, 29% energi matahari akan dipantulkan kembali ke angkasa oleh atmosfer, 20% akan diserap oleh gas-gas dalam atmosfer, dan hanya 51% yang sampai ke bumi. Dari jumlah yang sampai ke permukaan bumi, sebagian (tergantung albedo permukaan penerimanya) akan dipantulkan ke atmosfer, dan selebihnya diserap oleh permukaan bumi.

LIVEWORKSHEETS

Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap proses pemanasan atmosfer bumi adalah efek rumah kaca. Untuk memahami bagaimana efek rumah kaca memengaruhi iklim bumi dan berkontribusi terhadap isu pemanasan global, silahkan pahami penjelasan dibawah ini!

Simaklah video di bawah ini!

Video 2.1. Efek Rumah Kaca itu apa sih?
Sumber: https://youtu.be/F-Gsx55HABI?si=0QG-Jean2cAumYBM

Efek rumah kaca adalah fenomena alami di mana gas-gas tertentu di atmosfer bumi menyerap dan memancarkan kembali sebagian dari radiasi panas yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Gas-gas tersebut, seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan uap air (H_2O), bertindak seperti "kaca" pada rumah kaca, membiarkan cahaya matahari masuk ke atmosfer dan menghangatkan permukaan bumi. Namun, gas-gas ini juga membatasi jumlah panas yang dapat keluar dari atmosfer, sehingga menyebabkan peningkatan suhu global.

Berbagai aktivitas manusia telah menyebabkan peningkatan drastis dalam konsentrasi gas-gas rumah kaca dalam atmosfer. Akibatnya, efek rumah kaca menjadi lebih kuat dan menyebabkan pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim.

LIVEWORKSHEETS

LANGKAH KEGIATAN

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering dihadapkan pada berbagai permasalahan yang memerlukan pemikiran kritis untuk mencari solusinya. Melalui kegiatan pembelajaran kali ini, ananda akan dilibatkan secara aktif untuk memecahkan suatu permasalahan nyata yang berkaitan dengan materi pemanasan global. Untuk menemukan solusi atas suatu masalah berdasarkan informasi dan data yang relevan, mari kita lakukan pembelajaran dengan mengikuti langkah-langkah **Model Problem Based Learning** berikut!

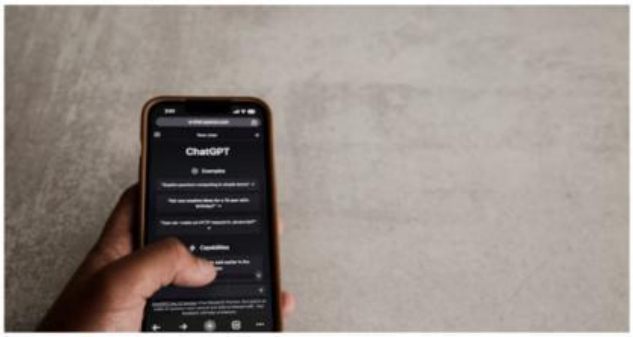
Fase 1 ORIENTASI MASALAH

Problem Analysis

Analysis

Baca dan pahamilah informasi yang disampaikan pada berita bawah ini dengan seksama!

Sisi Gelap AI: Ancaman Baru Bagi Lingkungan?



Socioscientific Issue

Gambar 2.1. Ilustrasi Penggunaan AI

Tidak dapat dipungkiri bahwa kemajuan teknologi membawa berbagai kemudahan dalam aktivitas sehari-hari. Salah satu perkembangan yang disorot adalah terkait kecerdasan artifisial (AI). Pemakaian AI semakin marak dalam kegiatan sehari-hari, membantu menyelesaikan berbagai tugas dan tanggung jawab secara lebih efektif dan efisien, serta minim kesalahan manusia. Tidak heran jika kini, kebanyakan perusahaan justru mendorong pekerjanya untuk memanfaatkan AI dalam meningkatkan produktivitas sehari-hari.

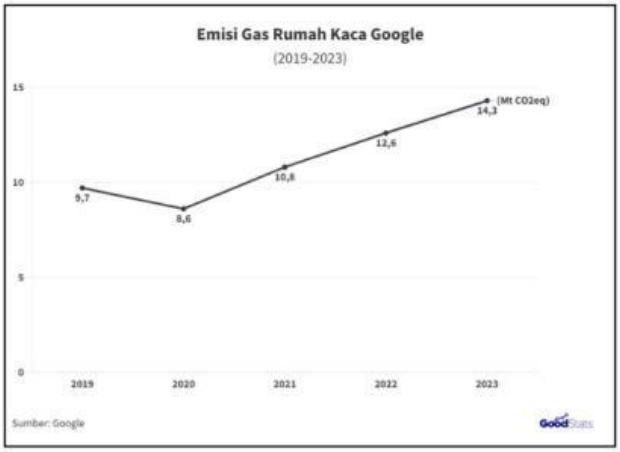
Dibalik kesuksesan AI dalam menjangkau semakin banyak audiens, tersimpan pula kontra yang masih disuarakan hingga sekarang. Kelompok ini khawatir AI akan sepenuhnya menggantikan pekerjaan manusia, hingga memengaruhi kondisi ekonomi global dan pasar tenaga kerja.

LIVEWORKSHEETS

Survei Populix pada 2024 lalu mengungkapkan bahwa 60% responden Indonesia khawatir dengan ancaman AI, baik dari segi keamanan maupun stabilitas pekerjaan. Menurut WEF, banyak pekerjaan yang diprediksi bakal menghilang akibat AI, mulai dari pekerjaan yang berkaitan dengan teknologi (*software engineer*, *data analyst*, dan lain-lain), pekerjaan di media (penulis, jurnalis, kreator konten), pekerja keuangan, desainer grafis, hingga guru.

Tidak hanya dari stabilitas profesi, dampak penggunaan AI terhadap lingkungan juga banyak dipertanyakan. Menurut laporan Google dalam *Google Environmental Report* 2024, emisi gas rumah kaca yang dihasilkan perusahaan mesin pencari raksasa itu mencapai 14,3 juta ton ekuivalen karbon dioksida (Mt CO2eq) pada 2023, jumlah ini meningkat 48% dibanding 2022, menjadi yang tertinggi dalam 5 tahun terakhir.

Menurut Google, kenaikan ini utamanya disebabkan oleh peningkatan konsumsi energi yang digunakan untuk pusat data dan emisi dari rantai pasok. Google juga mengakui bahwa integrasi kecerdasan artifisial dalam produk-produknya membuat pengurangan emisi menjadi tantangan tersendiri. Hal ini didorong oleh naiknya permintaan energi untuk komputasi AI dan emisi yang terkait peningkatan investasi infrastruktur teknis.



Gambar 2.2. Emisi Gas Rumah Kaca yang Dihasilkan Google Terus Naik

Contoh nyatanya, penelitian dari Alex de Fries, akademisi asal Belanda mengungkapkan bahwa konsumsi energi listrik untuk *ChatGPT* jauh lebih tinggi dibandingkan *Google Search*. *ChatGPT* rata-rata membutuhkan 2,9 Wh listrik untuk menyelesaikan 1 perintah, sedangkan *Google Search* membutuhkan 0,2 Wh per perintah, jauh lebih rendah ketimbang *ChatGPT*.

Kendati demikian, laporan *International Monetary Fund* (IMF) menyebutkan bahwa keuntungan ekonomi dari kecerdasan buatan ini bakal meningkatkan output ekonomi global hingga 0,5% per tahun pada 2025 hingga 2030. Potensi kenaikan ini juga melebihi emisi karbon yang ditimbulkan dari AI. Meski begitu, bukan berarti warga bisa menutup mata terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan AI.

Menurut IMF, kebutuhan listrik global akan melonjak 3 kali lipat menjadi sekitar 1.500 TWh pada 2030 akibat penggunaan AI. Besaran tersebut setara dengan konsumsi listrik di India saat ini. Tidak hanya itu, peningkatan adopsi AI juga bakal meningkatkan kumulatif emisi gas rumah kaca sebesar 1,2% hingga 2030

United Nations Environment Programme (UNEP) juga mengungkapkan kekhawatiran yang sama. Menurutnya, infrastruktur yang menopang pusat data AI saat ini masih menggunakan energi yang kebanyakan bersumber dari bahan bakar fosil. Hal ini bisa meningkatkan risiko global warming.

LIVEWORKSHEETS

Pada akhirnya, dampak lingkungan AI sangat dipengaruhi oleh pola pemakaiannya. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment menyebutkan bahwa AI sejatinya bisa menurunkan emisi karbon jika teknologinya dimanfaatkan untuk membantu teknologi minim karbon di berbagai sektor penting seperti pangan, energi, dan transportasi.

"Namun, kekuatan pasar semata tak cukup untuk mendorong pemanfaatan AI untuk kebaikan iklim. Pemerintah, perusahaan teknologi, dan sektor energi harus memainkan peran aktif dalam memastikan AI dimanfaatkan sesuai tujuan, adil, dan berkelanjutan." ujar peneliti kebijakan Grantham, Roberta Pierfederici, mengutip Reuters.

Sumber: https://goodstats.id/article/sisi-gelap-ai-ancaman-baru-bagi-lingkungan-pwzZdi

Fase 2 Mengorganisasikan Pembelajaran

Clarification of the Science

Setelah membaca dan memahami berita diatas, bentuklah kelompok yang beranggotakan 5-6 orang kemudian jawablah pertanyaan berikut!

Interpretation

1. Apa informasi penting yang kamu peroleh dari isu tersebut?
   Jawab:
   .....
   .....

Analysis

2. Bagaimana hubungan antara pengembangan AI dengan konsumsi energi?
   Jawab:
   .....
   .....
   .....
3. Bagaimana proses yang terjadi dari meningkatnya emisi gas rumah kaca akibat pusat data AI hingga menyebabkan terjadinya pemanasan global?
   Jawab:
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

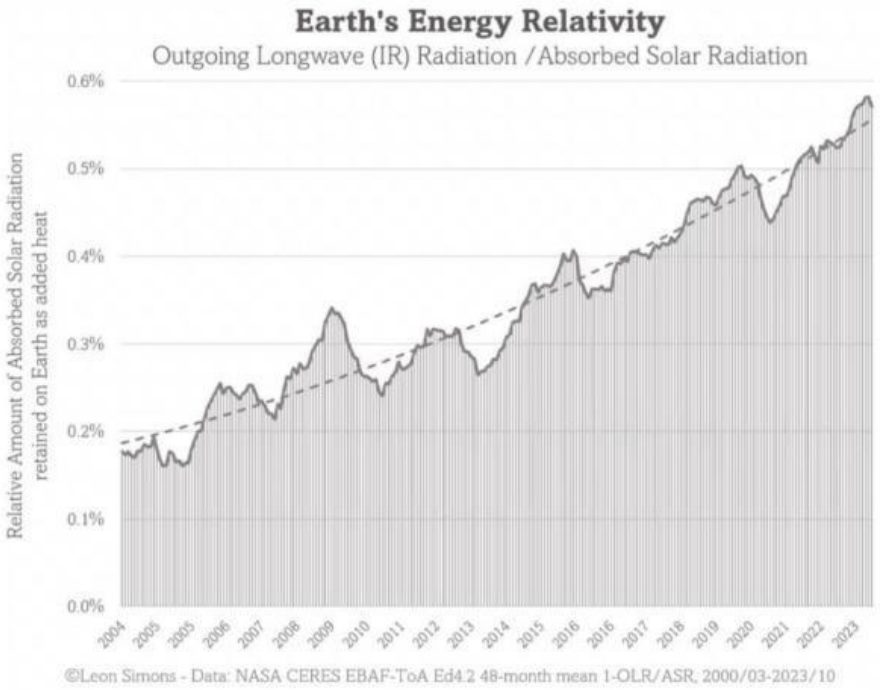
LIVEWORKSHEETS

Fase 3

Membimbing Penyelidikan

Refocus on the Socio Scientific Dilemma

Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 2.3. Grafik Jumlah Relatif Sinar Matahari yang Diserap dan Terkumpul di Bumi

Evaluation

Peningkatan emisi Google menunjukkan adanya benturan antara ambisi untuk terus mengembangkan dan menerapkan teknologi AI dengan komitmen untuk mengurangi jejak karbon dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan gambar diatas apakah terdapat hubungan antara peningkatan emisi gas rumah kaca dengan peningkatan jumlah relatif sinar matahari yang diserap bumi dan bagaimana pengaruh emisi rumah kaca terhadap kondisi bumi?

LET'S GO

Untuk mengetahuinya, mari lakukan percobaan untuk menganalisis pengaruh konstrasi gas rumah kaca terhadap suhu bumi melalui percobaan-percobaan pada Phet Simulation berikut ini!

Alat dan Bahan:

- **Laptop atau *Smartphone***
- **Virtual *Lab PhET Simulation***
- **Alat tulis**

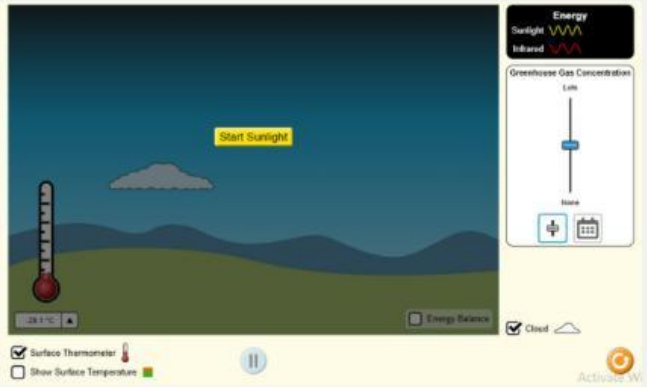
PhET INTERACTIVE SIMULATIONS

LIVEWORKSHEETS

Percobaan 1 dan 2

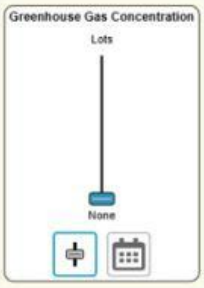
LANGKAH PERCOBAAN 1 dan 2

1. Kunjungi laman web ***Phet Simulation-The Greenhouse Effect*** berikut: https://phet.colorado.edu/in/simulations/greenhouse-effect/about
2. Pilih bagian percobaan '***Waves***' sehingga keluar tampilan seperti berikut ini



3. Klik centang pada thermometer dan suhu permukaan bumi (*surface thermometer dan show surface temperature*)

4. Atur suhu yang terukur pada *virtual thermometer* dalam satuan celcius
5. Pada percobaan pertama mengatur konsentrasi gas rumah kaca pada kondisi *none* (tanpa gas rumah kaca)



6. Klik ***'Start Sunlight'*** untuk memulai percobaan. Amati percobaan yang kalian lakukan da biarkan suhu naik hingga konstan (1 menit). Lalu catat suhu setelah konstan.
7. Ulangi percobaan diatas dengan mengubah konsetrasi gas rumah kaca pada keadaan sedang dan tinggi
8. Catat semua data hasil percobaan pada **Tabel 1**
9. Pada percobaan ke-2, klik ikon
10. Lakukan langkah percobaan yang sama dengan konsentrasi gas rumah kaca pada kendali atau zaman ice age, 1750, 1950, dan 2020.
11. Catat semua data hasil percobaan pada **Tabel 2**

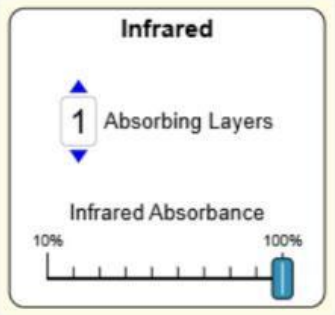
LIVEWORKSHEETS

Percobaan 3

LANGKAH PERCOBAAN 3

1. Kunjungi laman web ***Phet Simulation-The Greenhouse Effect*** berikut: https://phet.colorado.edu/in/simulations/greenhouse-effect/about
2. Pilih bagian percobaan '***Layer Model***' sehingga keluar tampilan seperti berikut ini

3. Atur '***Surface Albedo***' ke 0,3 untuk mendekati albedo rata-rata bumi saat ini
4. Klik centang pada '***Flux Meter***' kemudian tempatkan di atas permukaan
5. Klik 'Start Sunlight' untuk memulai percobaan. Amati percobaan yang kalian lakukan dan biarkan suhu naik hingga konstan (1 menit). Lalu catat suhu setelah konstan pada **Tabel 3**.
6. Bumi menyerap foton sinar matahari (kuning) dan kemudian memancarkan foton *infrared* (merah)
7. Catat satuan radiasi sinar matahari yang masuk dan keluar. Lakukan hal yang sama untuk *infrared* kemudian hitung total radiasi yang masuk dan keluar pada **Tabel 3**.
8. Lakukan hal yang sama dengan menambahkan '***Absorbing Layer***' menjadi 1, 2, 3. Pastikan flux meter berada dibawah ***Absorbing Layer***.



9. Amati percobaan yang kalian lakukan dan biarkan suhu naik hingga konstan (1 menit). Lalu catat suhu setelah konstan pada **Tabel 3**.

LIVEWORKSHEETS

Hasil Percobaan

Tabel 2.1. Pengaruh Besarnya Konsentrasi Gas Rumah Kaca

No	Konsentrasi Gas Rumah Kaca	Suhu (Celcius)
1	Tidak Ada	
2	Sedang	
3	Tinggi	

Tabel 2.2. Pengaruh Zaman Terhadap Efek Rumah Kaca

No	Zaman	Suhu (Celcius)
1	Ice Age	
2	1750	
3	1950	
4	2020	

Tabel 2.3. Pemodelan Efek Rumah Kaca

Lapisan	Sinar Matahari (In) (Satuan)	Infrared (In) (Satuan)	Total (Satuan)	Sinar Matahari (Out) (Satuan)	Infrared (Out) (Satuan)	Total (Satuan)	Suhu Permukaan (Celcius)
0	4	0	4	1	3	4	-18
1							
2							
3							

LIVEWORKSHEETS

Diskusikanlah pertanyaan berikut!

Analysis

1. Berdasarkan Tabel 1., apa yang terjadi dengan perubahan suhu dilihat selama konsetrasi gas dibuat berbeda? Pada konsetrasi berapa perubahan suhu tertinggi?

   .....

   .....

   .....

2. Berdasarkan Tabel 2, apa yang terjadi dengan perubahan suhu dilihat selama rentang waktu yang dibuat berbeda? Pada rentang waktu apa perubahan suhu tertinggi?

   .....

   .....

   .....

3. Berdasarkan Tabel 2, apa yang akan menjadi dampak pada suhu permukaan jika gas rumah kaca terus meningkat melebihi tingkat tahun 2020?

   .....

   .....

   .....

4. Berdasarkan Tabel 3, bagaimana pengaruh lapisan kaca (*Absorbing Layer*) terhadap suhu global?

   .....

   .....

   .....

5. Analisislah bagaimana proses terjadinya efek rumah kaca berdasarkan percobaan yang telah dilakukan!

   .....

   .....

   .....

Fase 4 Menyajikan Hasil

Role-playing Task

Buatlah laporan hasil penyelidikan untuk dipresentasikan!

Laporan yang dibuat terdiri dari:

1. Judul
2. Waktu Pelaksanaan Diskusi
3. Identitas Peserta Didik
4. Hasil Penyelidikan dan Analisis

Format : PDF
Judul File : Kelompok_Judul

Pengumpulan Laporan

CLICK HERE

LIVEWORKSHEETS

Inference

3. Apa kesimpulan yang dapat diperoleh dari isu/masalah yang telah didiskusikan!
   Jawab:
   .....
   .....
   .....
   .....

REFLEKSI

Bagaimana sikapmu setelah mempelajari materi tentang efek rumah kaca (*greenhouse effect*)? Coba kamu jawab pertanyaan pada tabel di bawah ini dengan memilih salah satu di kolom "Ya" atau "Tidak"!

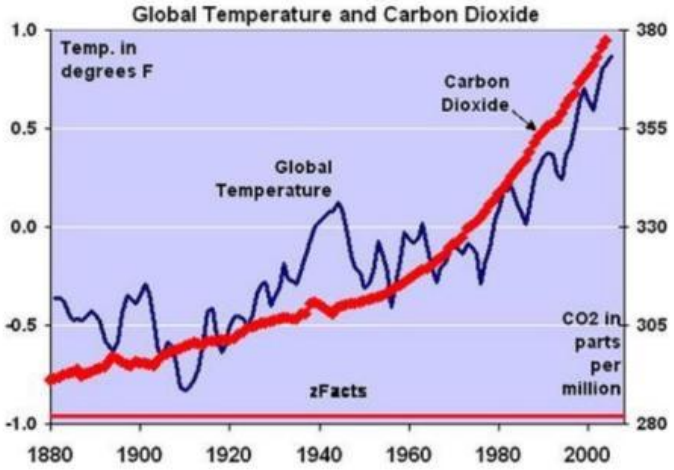
No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Apakah kamu merasa cemas atau prihatin bahwa perkembangan teknologi dapat memperburuk krisis iklim jika tidak dikelola dengan bijak?		
2	Apakah pengetahuan ini membuat kamu merasa lebih bertanggung jawab atas jejak karbon yang kamu hasilkan?		
3	Apakah kamu ingin berkontribusi dalam meyebarkan kesadaran tentang perlunya komintmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca?		

LIVEWORKSHEETS

LATIHAN

Critical Thinking

1. *Perhatikan gambar berikut!*



Gambar 2.4. Grafik Suhu Global dan Karbondioksida

a. Apa informasi yang disajikan oleh garis biru dan garis merah pada grafik tersebut? Jelaskan dengan kata-katamu sendiri! ***(Interpretation)***

.....

.....

.....

b. Berdasarkan grafik tersebut, jelaskan hubungan antara gas karbondioksida dengan suhu permukaan bumi! ***(Analysis)***

.....

.....

.....

c. Berdasarkan informasi pada gambar yang disajikan, apakah penegasan bahwa peningkatan CO_2 berkontribusi terhadap suhu global dapat didukung? Berikan alasan untuk jawabanmu! ***(Evaluation)***

.....

.....

.....

d. Berdasarkan tren dalam grafik, apa yang bisa kamu prediksi akan terjadi pada suhu global jika konsetrasi karbondioksida terus meningkat di masa depan? ***(Inference)***

.....

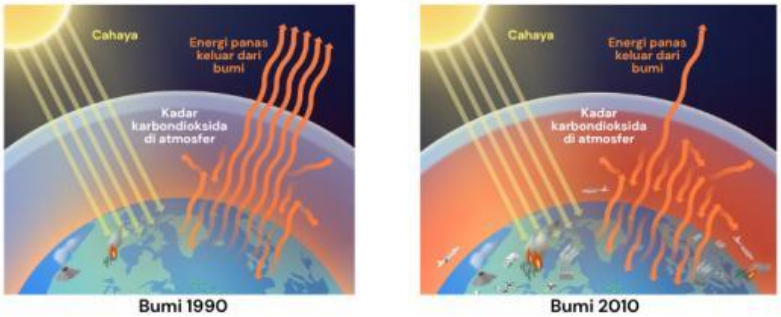
.....

.....

LIVEWORKSHEETS

Critical Thinking

2. *Perkembangan teknologi dan industri menyebabkan berbagai dampak pada lingkungan terutama pada peningkatan gas rumah kaca di atmosfer. Walaupun peristiwa itu nyata, namun tidak banyak orang yang peduli akan perubahan tersebut. Berdasarkan fenomena itu, seorang peneliti mengamati fenomena efek rumah kaca pada tahun 1990 dan tahun 2010. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, peneliti tersebut menampilkan segala temuannya terkait konsentrasi gas karbondioksida dan panas yang dipantulkan oleh atmosfer pada tahun 1990 dan tahun 2010 pada sebuah gambar diagram berikut.*



Bumi 1990 **Bumi 2010**

Gambar 2.5. Pengamatan Fenomena Efek Rumah Kaca

a. Berikan penjelasan terkait gambar diatas! ***(Interpretation)***

.....

.....

.....

b. Bagaimana hubungan antara peningkatan konsentrasi karbondioksida di atmosfer dengan jumlah panas yang dipantulkan kembali ke bumi dalam gambar tersebut! ***(Analysis)***

.....

.....

.....

c. *Seorang siswa kelas 10 menyimpulkan bahwa "Jumlah radiasi panas matahari yang dipantulkan kembali keluar angkasa pada tahun 1990 dengan jumlah radiasi panas matahari yang dipantulkan tahun 2010 adalah* ***sama****, hal ini disebabkan karena tidak ada kenaikan kadar gas karbondioksida di atmosfer dari tahun 1990 hingga tahun 2010.* Setujukah kamu mengenai pernyataan tersebut? Jelaskan! ***(Evaluation)***

.....

.....

.....

d. Apa yang dapat kamu simpulkan mengenai perubahan pada jumlah "Energi panas keluar dari bumi" berdasarkan diagram yang disajikan pada gambar? ***(Inference)***

.....

.....

.....

LIVEWORKSHEETS